

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Gebrauchsmusteranmeldung

**Aktenzeichen:** 201 20 252.2

**Anmeldetag:** 25. Januar 2001

**Anmelder/Inhaber:** Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München/DE

**Bezeichnung:** Elektrodenführung für Erodiermaschinen

**Abzweigung:** aus DE 101 03 292.7

**IPC:** B 23 H 7/26

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen am 14. Dezember 2001 eingegangenen Unterlagen dieser Gebrauchsmusteranmeldung.

München, den 21. November 2005  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
Der Präsident  
Im Auftrag

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT



## Beschreibung

## Elektrodenführung für Erodiermaschinen

- 5 Die vorliegende Erfindung betrifft eine Elektrodenführung für Erodiermaschinen.

10 Funkenerosionsmaschinen sind in vielfältiger Ausgestaltung im Stand der Technik bekannt. Derartige Maschinen werden beispielsweise zur Erzeugung von Bohrungen eingesetzt. Hierbei werden als Elektrodenführungen beispielsweise Keramikröhrchen eingesetzt oder es werden Hartmetall-Spannzangen mit einem seitlichen Spannmechanismus verwendet. Bei diesen bekannten Elektrodenführungen liegen Toleranzen der Spannlage der Elektrode zur Drehachse bei 5  $\mu\text{m}$ , wodurch sie zur Erzeugung von Mikrobohrungen relativ ungenau sind.

20 Besonders problematisch ist neben der Herstellung von Mikrobohrungen insbesondere auch die Herstellung von konischen Mikrobohrungen mit genau definierter Vor- bzw. Hinterweite. Derartige Mikrobohrungen können in der Serienfertigung mit einer akzeptablen Toleranz von 1  $\mu\text{m}$  bisher nicht erreicht werden. Insbesondere konische Mikrobohrungen können nur bedingt durch Einstellungen an den Erodierparametern erzeugt werden. Z.B. werden konische Bohrungen durch eine mit zunehmender Tiefe der Bohrung erhöhte Abtragleistung erzeugt oder eine rotierende Drahtelektrode wird mit zunehmender Tiefe der Bohrung zum Schwingen angeregt, um eine kegelmantelförmige Bahn zu beschreiben. Mit derartigen Verfahren können jedoch 30 nur Bohrungen mit ungenauen Abmessungen und relativ großen Toleranzen von über 5  $\mu\text{m}$  erhalten werden. Beispielsweise bei der Herstellung von Mikrobohrungen für Kraftstoffeinspritzventile wären jedoch Toleranzen im Bereich von 1  $\mu\text{m}$  wünschenswert. Somit besteht eine Notwendigkeit für eine Elektrodenführung, welche derartige Toleranzen von 1  $\mu\text{m}$  erreichen.

35

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Elektrodenführung bereitzustellen, welche bei einfachem Aufbau und einfacher, kostengünstiger Herstellbarkeit spielfrei geführt ist, um Bohrungen bzw. Aussparungen mit einer möglichst geringen Toleranz zu erzeugen.

Diese Aufgabe wird durch eine Elektrodenführung bzw. ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind jeweils Gegenstand der Unteransprüche.

10

Erfindungsgemäß wird somit eine Elektrodenführung bzw. Führungsvorrichtung für eine Elektrode einer Erodiermaschine bereitgestellt, welche eine Prismenführung bestehend aus einem Halteteil und einem Andrückteil umfasst. Dabei ist die Elektrode zwischen dem Andrückteil und dem Halteteil angeordnet und geführt. Eine nutförmige Aussparung ist im Halteteil oder im Andrückteil ausgebildet und das Andrückteil wird mittels einer Vorspannvorrichtung gegen das Halteteil gedrückt. Somit kann erfindungsgemäß eine definierte Lage der Elektrode auch beim Verschieben der Elektrode während des gesamten Erodierprozesses mit einer Toleranz von  $\leq 1\mu\text{m}$  sichergestellt werden, da die Elektrode spielfrei in der Elektrodenführung geführt ist. Insbesondere bei drehenden Elektroden kann dabei ein Rundlauf von  $\pm 1\mu\text{m}$  genau eingehalten werden. Somit können z.B. Mikrobohrungen mit höchster Genauigkeit hergestellt werden. Dadurch, dass die nutförmige Aussparung entweder im Halteteil oder im Andrückteil ausgebildet ist, kann erfindungsgemäß eine minimale Anzahl von Kontaktstellen zwischen der Elektrode und der Elektrodenführung erreicht werden. Besonders bevorzugt ist es dabei, drei Kontaktstellen vorzusehen.

30

Vorzugsweise ist eine nutförmige Aussparung sowohl im Andrückteil als auch im Halteteil ausgebildet.

35

Um genau drei Kontaktstellen zwischen der Elektrode und der Elektrodenführung aufzuweisen, ist die nutförmige Aussparung

bevorzugt im Schnitt V-förmig ausgebildet und entweder nur im Halteteil oder nur im Andrückteil gebildet.

Um eine sichere und kontinuierliche Führung der Elektrode in der Elektrodenführung bereitzustellen, wird das Andrückteil mittels eines Federelements oder mittels eines Gewichtes gegen das Halteteil gedrückt. Somit kann eine genaue Führung gewährleistet werden.

- 10 Um jeweils optimale Andrückkräfte für Elektroden mit unterschiedlichen Durchmessern bereitzustellen, ist die Andrückkraft des Andrückteils einstellbar. Beispielsweise kann bei Bereitstellen der Andrückkraft mittels eines Gewichtes dieses verschiebbar über einen Hebelarm angeordnet sein und abhängig von seiner Lage eine unterschiedliche Kraft auf das Andrückteil ausüben. Um eine feine Einstellung zu ermöglichen ist das Gewicht vorzugsweise über ein Gewinde verstellbar. Weiter kann beispielsweise ein Federblech als Federelement vorgesehen sein, dessen Federkraft über verstellbare Anschläge einstellbar ist. Die Andrückkraft wird jeweils derart gewählt, dass der Erodierprozess störungsfrei ablaufen kann.

Vorzugsweise ist die Elektrodenführung rotierend angeordnet.

- 25 Besonders bevorzugt ist die Elektrode rotierend angeordnet. Falls die Elektrodenführung auch rotierend angeordnet ist, dreht sich die Elektrode vorzugsweise mit der gleichen Geschwindigkeit wie die Elektrodenführung.

- 30 Um die Elektrodenführung zu schwenken ist weiter eine Schwenkvorrichtung vorgesehen. Vorzugsweise wird die Elektrodenführung dabei um einen Schwenkwinkel von  $\pm 2^\circ$  um eine Achse in Vorschubrichtung geschwenkt, in welcher der Elektroden draht angeordnet ist. Bei einer rotierenden Elektrode fällt dabei die Achse in Vorschubrichtung und die Drehachse zusammen. Durch die Schwenkvorrichtung ist die Elektrodenführung in einem Winkel relativ zur Drehachse einstellbar. Dadurch

ist es insbesondere möglich, Bohrungen zu erzeugen welche eine Konizität aufweisen, wobei sowohl Bohrungen erzeugt werden können, welche sich ausgehend von der Seite der Elektroden-einführung konisch verringern (Bohrungen mit einer Vorweite), als auch Bohrungen erzeugt werden, welche sich ausgehend von der Seite der Elektroden-einführung konisch erweitern (Bohrungen mit einer Hinterweite). Dabei können die konischen Bohrungen mit einer glatten Mantellinie hergestellt werden. Somit können erfindungsgemäß insbesondere Bohrungen von Einspritzdüsen für Kraftstoffeinspritzventile mit höchster Genauigkeit hergestellt werden.

Um die Elektrodenführung auch parallel zur Achse in Vorschubrichtung bzw. parallel zur Drehachse verschieben zu können, ist weiter bevorzugt eine Ausrichtvorrichtung vorgesehen.

Besonders bevorzugt ist die Ausrichtvorrichtung in einem Drehkopf angeordnet. Dabei kann die Ausrichtvorrichtung z.B. derart aufgebaut sein, dass sie vier im Drehkopf angeordnete Schrauben aufweist, welche jeweils von einer anderen Seite der Elektrodenführung anliegen und die Elektrodenführung zwischen sich zentrieren. Dadurch kann die Position der Elektrodenführung in beliebiger radialer Richtung parallel zur Drehachse der Elektrode verschoben werden.

Vorteilhaft ist das Andrückteil in seinem mittleren Bereich zur Elektrode hin mit einer weiteren Aussparung gebildet. Dadurch wird die Elektrode nur über zwei Bereiche des Andrückteils gegen das Halteteil gedrückt und geführt. Mit anderen Worten wird die Elektrode nur an den beiden Enden des Andrückteils gegen das Halteteil gedrückt.

Besonders bevorzugt ist die Elektrodenführung im Drehkopf angeordnet, welcher in einer Brücke gelagert ist. Zur Lagerung des Drehkopfes werden dabei Präzisionslager verwendet.

Vorzugsweise ist die Brücke über spielfreie Kugelführungen in einer Spindel der Erodiermaschine in Achsrichtung verschiebbar gelagert.

- 5 Um einen Vorschub der Brücke zu begrenzen, ist vorteilhaft ein Anschlag vorgesehen ist.

Besonders bevorzugt ist der Anschlag verstellbar ausgebildet.

- 10 Um einen einfachen Aufbau des Drehkopfs zu ermöglichen, wird der Drehkopf bevorzugt über einen Mitnehmer von der Spindel angetrieben.

- Vorteilhaft wird die Elektrodenführung aus einer  $Al_2O_3$ -  
15 Keramik oder aus Hartmetall oder aus Stahl hergestellt.

- Eine Elektrodenführung zum Erodieren von Aussparungen, insbesondere von Mikrobohrungen, in Werkstücken umfasst ein Halteteil und ein Andrückteil, wobei eine nutzförmige Aussparung im  
20 Halteteil und/oder im Andrückteil vorgesehen ist. Eine Elektrode ist zwischen dem Halteteil und dem Andrückteil angeordnet. Das Andrückteil wird mittels einer Vorspannvorrichtung gegen das Halteteil gedrückt. Die Elektrode ist weiterhin rotierend angeordnet, wobei zum Erodieren nur die Elektrode  
25 vorgeschoben wird und die Elektrodenführung in einem definierten Abstand zum Werkstück in Vorschubrichtung verbleibt. Somit können erfindungsgemäß Bohrungen mit einer Toleranz von  $\pm 1\mu m$  hergestellt werden.

- 30 Vorzugsweise ist die Elektrodenführung rotierend angeordnet.

- Vorzugsweise kann die Elektrodenführung mittels einer Schwenkvorrichtung geschwenkt werden, so dass die Elektrodenführung und damit auch die aus der Elektrodenführung austretende Elektrode zur Drehachse schräg gestellt ist. Dadurch  
35 können bei einer rotierenden Elektrodenführung insbesondere konische Bohrungen sowohl mit einer Vorweite als auch mit ei-

ner Hinterweite hergestellt werden. Um Bohrungen mit einer Hinterweite herzustellen, wird die Elektrodenführung parallel zur Drehachse der Elektrode verschoben und zwar derart, dass der Eintrittspunkt der Elektrode am Werkstück, welche mittels  
5 der Schwenkvorrichtung schräg gestellt wurde, genau auf der Drehachse der Elektrodenführung liegt. Wenn nun die Elektrode vorgeschoben wird, wird beschreibt die rotierende Elektrode eine Kegelmantelbewegung, so dass eine konische Bohrung mit einer Hinterweite erzeugt wird, wobei die Mittelachse der erzeugten Bohrung auf der Drehachse der Elektrodenführung  
10 liegt. Wenn eine konische Bohrung mit einer Vorweite hergestellt werden soll, wird die Elektrodenführung in Parallelrichtung zur Drehachse derart verschoben, dass eine Eintrittsposition der Elektrode in das Werkstück am großen  
15 Durchmesser der herzustellenden Bohrung (27) liegt. Somit können konische Bohrungen mit einer Hinterweite von 0 bis 100µm auf eine Bohrungstiefe von 1mm mit gerader Mantellinie hergestellt werden. Es sei angemerkt, dass die Parallelverschiebung bzw. das Schwenken der Elektrodenführung auch durch  
20 eine automatische Steuerung vorgenommen werden kann und auch während des Bearbeitungsprozesses verändert werden kann.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand von bevorzugten Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung beschrieben.  
25 In der Zeichnung ist:

Figur 1 eine schematische Schnittansicht einer Erodiermaschine mit einer erfindungsgemäßen Elektrodenführung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;  
30

Figur 2 eine vergrößerte Schnittdarstellung der in Figur 1 dargestellten erfindungsgemäßen Elektrodenführung;

35 Figur 3 eine vergrößerte Seitenansicht der Elektrodenführung gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel;

7

Figur 4 eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Elektrodenführung bei der Herstellung einer Bohrung mit einer Hinterweite;

5. Figur 5 eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Elektrodenführung bei der Herstellung einer Bohrung mit einer Vorweite;

10. Figur 6 eine vergrößerte Seitenansicht einer Elektrodenführung gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

15. Figur 7 eine vergrößerte Seitenansicht einer Elektrodenführung gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung; und

20. Figur 8 eine Draufsicht einer erfindungsgemäßen Elektrodenführung gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

25. Nachfolgend wird unter Bezugnahme auf die Figuren 1 bis 3 ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Elektrodenführung gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel beschrieben.

Wie in Figur 1 gezeigt, umfasst die erfindungsgemäße Elektrodenführung 1 ein Halteteil 2 und ein Andrückteil 3. Das Andrückteil 3 wird über eine Vorspannvorrichtung 6 gegen das Halteteil 2 gedrückt. Zwischen dem Halteteil und dem Andrückteil wird eine rotierende Elektrode 4 in Form eines Drahtes geführt. Die Elektrode 4 wird über eine Elektrodenspindel 18 angetrieben.

35. Im Andrückteil 3 ist eine Aussparung 25 vorgesehen (vgl. Figur 3), so dass die Elektrode am Andrückteil 3 nur an deren beiden Enden anliegt. Wie aus Figur 2 ersichtlich ist, weist das Halteteil 2 eine nutzförmige Aussparung 5 auf, welche im

Schnitt V-förmig gebildet ist und die Elektrode 4 teilweise aufnimmt. Somit sind zwischen der Elektrodenführung 1 und der Elektrode 4 genau drei Kontaktstellen vorgesehen.

- 5 Wie insbesondere aus Figur 3 ersichtlich, umfasst die Vorspannvorrichtung 6 ein Federelement 7, deren Federkraft über eine Befestigungsvorrichtung 9 auf das Andrückteil 3 wirkt. Dadurch wird die Elektrode 4 sicher in der Elektrodenführung 1 geführt ohne dass ein Spiel der Elektrode 4 in der Elektrodenführung 1 möglich ist. Die Stärke der Federkraft kann über  
10 eine Justierschraube 28 eingestellt werden. Eine Schraube 29 dient zur Fixierung des Federelements.

- Wie in Figur 3 gezeigt, ist weiter eine Schwenkvorrichtung 10  
15 vorgesehen. Die Schwenkvorrichtung 10 umfasst eine erste Schraube 12 und eine zweite Schraube 13. Durch Einstellung über die Schrauben kann die Elektrodenführung 1 um einen Schwenkpunkt 11 geschwenkt werden. Dadurch kann die Elektrodenführung 1 relativ zur Drehachse X-X der Elektrode 4 in einem bestimmten Winkel geneigt werden.  
20

- Weiterhin ist eine Ausrichtvorrichtung 14 vorgesehen, welche über vier Justierschrauben 24 einstellbar ist. Aus Gründen einer vereinfachten Darstellung ist in Figur 1 nur eine Justierschraube 24 dargestellt. Über die Ausrichtvorrichtung 14  
25 kann die Elektrodenführung 1 parallel zur Drehachse X-X verschoben werden.

- Die Elektrodenführung 1 ist über die Ausrichtvorrichtung 14  
30 in einem Drehkopf 15 angeordnet. Der Drehkopf 15 ist mittels Präzisionslager 16 in einer Brücke 17 gelagert. Die Brücke 17 ist mit zwei Führungsstangen über spielfreie Kugelführungen 20 in der Spindel der Erodiermaschine in Achsrichtung überfedert verschiebbar gelagert. Die Erodierspindel 18 treibt dabei den Drehkopf 15 über einen Mitnehmer 19 an. Somit rotiert  
35 auch die Elektrodenführung 1 mit der gleichen Drehzahl wie die Elektrode 4. Die Elektrode 4 kann mittels einer Elektro-

denklemmung 23 geklemmt werden und dadurch schrittweise oder kontinuierlich aus der Elektrodenführung 1 heraus geschoben werden, um eine Bohrung in einem Werkstück 26 zu erodieren.

- 5 Zum Erodieren schlägt die Brücke 17 an einem einstellbaren Anschlag 21 an, welcher an einem Maschinentisch 22 angeordnet ist. Dadurch kann der Abstand der Elektrode 4 zum Werkstück 26 entsprechend den Anforderungen des Erodierprozesses stufenlos eingestellt werden. Zum Erodieren wird nun die rotierende Elektrode 4 mittels der Elektrodenklemmung 23 vorge-
- 10 schoben. Dabei bleibt die ebenfalls rotierende Elektrodenführung 1 in einem definierten Abstand A zum Werkstück 26 stehen (vgl. Figur 1). Beim Vorschieben der Elektrode beeinflusst die Elektrodenklemmung 23 die Lage der Elektrode zur Drehachse X-X nicht, so dass der Rundlauf der Elektrode 4 durch die
- 15 Elektrodenführung 1 auf  $\leq 1\mu\text{m}$  genau eingehalten werden kann. Ebenfalls erfolgt keine Beeinflussung der Elektrodenlage während des Erodierprozesses aufgrund des Antriebs über den Mitnehmer 19 durch die abgekoppelte Erodierspindel 18. Somit
- 20 können insbesondere Mikrobohrungen mit höchster Genauigkeit hergestellt werden. Durch die rotierende Elektrode 4 werden auch etwa vorhandene minimale Formfehler der Elektrode 4 nicht auf die Bohrungsform übertragen, da die Elektrode rotiert und damit die Kreisform der Bohrung verbessert. Es sei
- 25 angemerkt, dass die erfindungsgemäße Elektrodenführung 1 auch für stehende Elektroden geeignet ist und damit auch andere Lochformen bzw. Aussparungen, z.B. mittels Profilelektroden, hergestellt werden können.
- 30 Weiterhin können mittels der Elektrodenführung 1 und dem erfindungsgemäßen Verfahren auch konische Bohrungen und insbesondere konische Bohrungen mit einer Hinterweite hergestellt werden. Bei konischen Bohrungen mit einer Hinterweite ist die Bohrung derart ausgebildet, dass der Bohrungsdurchmesser mit
- 35 zunehmender Tiefe der Bohrung zunimmt. Eine derartige Bohrung 27 mit Hinterweite ist z.B. in Figur 4 dargestellt.

Zur Herstellung der in Figur 4 gezeigten Bohrung mit Hinterweite wird zuerst die Elektrodenführung 1 mittels der Schrauben 12, 13 der Schwenkvorrichtung 10 um den Schwenkpunkt 11 geschwenkt. Der Umfang der Schwenkbewegung hängt dabei von der Art der gewünschten Konizität ab. Üblicherweise wird die Elektrodenführung 1 um einen Winkel  $\alpha$  von  $0^\circ$  bis ca.  $2^\circ$  geschwenkt. Dadurch wird der Elektrodendraht leicht gebogen. Anschließend wird die Elektrodenführung 1 mittels der Ausrichtvorrichtung 14 parallel zur Drehachse X-X verschoben. Dabei wird die Elektrodenführung 1 so weit parallel zur Drehachse X-X verschoben, bis der Eintrittspunkt der Elektrode 4 in das Werkstück 26 genau auf der ursprünglichen Drehachse X-X liegt (vgl. Figur 4). Somit rotiert die Elektrodenführung 1 um die Drehachse X-X, wobei ihre Spitze nahe der Drehachse liegt. Wenn nun die rotierende Elektrode 4 vorgeschoben wird, beschreibt sie eine Bewegung auf einem Kegelmantel, wodurch eine konische Bohrung 27 mit einer Hinterweite erzeugt wird.

In Figur 5 ist die Herstellung einer Bohrung mit einer Vorweite dargestellt. Wie bei der Herstellung einer Bohrung mit einer Hinterweite wird die Elektrodenführung 1 um einen Winkel  $\alpha$  geschwenkt und anschließend parallel zur Drehachse X-X verschoben. Hierbei erfolgt eine Parallelverschiebung der Elektrodenführung 1 allerdings derart, dass der Eintrittspunkt der Elektrode 4 in das Werkstück 26 am äußeren Durchmesser der Bohrung 27 liegt. Dadurch rotiert die Elektrodenführung 1 in einem gewissen Abstand um die Drehachse X-X und beschreibt eine Bewegung auf einem kopfstehenden Kegelmantel (vgl. Figur 5). Nach Fertigstellung der Bohrung 27 liegt die während des Erodierens vorgeschobene Elektrode 4 dann genau auf der Drehachse X-X.

Da die Elektrode 4 auch bei der Herstellung von konischen Bohrungen ständig durch die erfindungsgemäße Elektrodenführung 1 geführt wird, können diese Bohrungen schnell und auf einfache Weise mit einer Genauigkeit von  $1\mu\text{m}$  hergestellt werden, was mit den bisher im Stand der Technik bekannten Ver-

fahren, die die Abtragrate mit zunehmender Tiefe der Bohrung vergrößern bzw. verkleinern oder die Elektrode mit zunehmender Tiefe der Bohrung ins Schwingen versetzen, nicht möglich war. Somit stellt die vorliegende Erfindung einen besonderen Fortschritt zur rationalen Herstellung von Bohrungen und insbesondere von Mikrobohrungen mittels Erodierverfahren bereit.

In Figur 6 ist eine Elektrodenführung 1 gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel dargestellt. Gleiche bzw. funktional gleiche Teile sind dabei mit den gleichen Bezugszeichen wie im ersten Ausführungsbeispiel bezeichnet.

Im Unterschied zum ersten Ausführungsbeispiel ist beim zweiten Ausführungsbeispiel die Vorspannvorrichtung 6 durch ein Gewicht 8 ausgebildet. Das Gewicht 8 wirkt über einen Hebelarm und eine Befestigungsvorrichtung 9 auf das Andrückteil 3, um es gegen das Halteteil 2 zu drücken (vgl. Figur 6). Das Gewicht 8 ist dabei als zylinderförmiger Körper mit einer inneren Durchgangsöffnung ausgebildet. In der Durchgangsöffnung ist ein Gewinde eingeschnitten, über welches das Gewicht verstellbar ist, so dass die wirksame Länge des Hebelarms veränderbar ist und die Andrückkraft des Andrückelements 3 eingestellt werden kann. Um die Schwenkbewegung der Elektrodenführung 1 nicht zu behindern, ist die Vorspannvorrichtung gelenkig ausgebildet (vgl. Figur 6). Ansonsten entspricht die Elektrodenführung 1 des zweiten Ausführungsbeispiels der des ersten Ausführungsbeispiels, so dass auf eine weitere Beschreibung verzichtet werden kann.

In Figur 7 ist eine Elektrodenführung 1 gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel dargestellt. Gleiche bzw. funktional gleiche Teile sind dabei mit den gleichen Bezugszeichen wie im ersten bzw. zweiten Ausführungsbeispiel bezeichnet.

Im Unterschied zu den vorher beschriebenen Ausführungsbeispielen wird beim dritten Ausführungsbeispiel eine Vorspannung auf die aus zwei Halbschalen 2 und 3 bestehende Elektro-

denführung 1 mittels einer Justierschraube 30 aufgebracht.  
Die Elektrodenführung 1 besteht aus mehreren aufeinanderfol-  
genden Zylinderkörpern, welche jeweils einen kleineren Durch-  
messer als der vorhergehende Zylinderkörper aufweisen. Vor-  
zugsweise ist die Elektrodenführung aus zwei zylinderförmig  
abgesetzten (gestuften) Halbschalen gebildet. Diese Elektro-  
denführung wird insbesondere zur Herstellung von zylindri-  
schen Mikrobohrungen verwendet. Ansonsten entspricht die E-  
lektrodenführung 1 des zweiten Ausführungsbeispiels der des  
ersten Ausführungsbeispiels, so dass auf eine weitere Be-  
schreibung verzichtet werden kann.

In Figur 8 ist eine Elektrodenführung 1 gemäß einem vierten  
Ausführungsbeispiel dargestellt. Gleiche bzw. funktional  
gleiche Teile sind dabei mit den gleichen Bezugszeichen wie  
in den vorher beschriebenen Ausführungsbeispielen bezeichnet.

Im Gegensatz zu den vorher beschriebenen Ausführungsbeispie-  
len, bei denen die Elektrodenführung 1 eine zylindrische Au-  
ßenform aufweist (vgl. Figur 7), weist die Elektrodenführung  
1 dieses Ausführungsbeispiels eine rechteckige Außenform auf.  
Es sei angemerkt, dass abhängig von der zu erzeugenden Aus-  
sparung auch andere Außenformen wie z.B. eine dreieckige  
denkbar sind.

Zusammenfassend betrifft die vorliegende Erfindung eine E-  
lektrodenführung 1 zum Erodieren von Werkstücken. Die Elekt-  
rodenführung 1 stellt durch eine aus zwei Teilen 2, 3 beste-  
hende Prismenführung mit einer Vorspannvorrichtung 6 eine  
spielfreie Führung einer Elektrode 4 bereit, wodurch Bohrun-  
gen mit einer Genauigkeit von 1µm herstellbar sind. Weiter  
ist eine Schwenkvorrichtung 10 zum Schwenken der Elektroden-  
führung 1 und eine Ausrichtvorrichtung 14 zum Parallelver-  
schieben der Elektrodenführung 1 vorgesehen, wodurch konische  
Bohrungen herstellbar sind.

Die vorhergehende Beschreibung der Ausführungsbeispiele gemäß der vorliegenden Erfindung dient nur zu illustrativen Zwecken und nicht zum Zwecke der Beschränkung der Erfindung. Im Rahmen der Erfindung sind verschiedene Änderungen und Modifikationen möglich, ohne den Umfang der Erfindung sowie ihrer Äquivalente zu verlassen.

## Ansprüche

1. Elektrodenführung für eine Elektrode (4) einer Ero-  
diermaschine, wobei die Elektrodenführung (1) einen Halteteil  
5 (2) und einen Andrückteil (3) umfasst, wobei eine nutförmige  
Aussparung (5) im Halteteil (2) oder im Andrückteil (3) aus-  
gebildet ist, das Andrückteil (3) mittels einer Vorspannvor-  
richtung (6) gegen das Halteteil (2) vorgespannt ist und die  
10 Elektrode (4) zwischen dem Andrückteil (3) und dem Halteteil  
(2) angeordnet und spielfrei geführt ist.

2. Elektrodenführung nach Anspruch 1, dadurch ge-  
kennzeichnet, dass eine nutförmige Aussparung (5) im An-  
drückteil und im Halteteil ausgebildet ist.

15 3. Elektrodenführung nach Anspruch 1 oder 2, da-  
durch gekennzeichnet, dass die nutförmige Aussparung  
(5) im Schnitt V-förmig ausgebildet ist.

20 4. Elektrodenführung nach einem der Ansprüche 1 bis 3,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Vorspannvorrich-  
tung (6) zum Andrücken des Andrückteils (3) gegen das Halte-  
teil (2) als Federelement (7) oder als Gewicht (8) ausgebil-  
det ist.

25 5. Elektrodenführung nach einem der Ansprüche 1 bis 4,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Andrückkraft des  
Andrückteils (3) einstellbar ist.

30 6. Elektrodenführung nach einem der Ansprüche 1 bis 5,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrodenführung  
(1) rotierend angeordnet ist.

35 7. Elektrodenführung nach einem der Ansprüche 1 bis 6,  
dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrode (4) ro-  
tierend angeordnet ist.

8. Elektrodenführung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrodenführung (1) weiter eine Schwenkvorrichtung (10) umfasst, um die Elektrodenführung zu schwenken, ✓

9. Elektrodenführung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass eine Ausrichtvorrichtung (14) vorgesehen ist, um die Elektrodenführung (1) parallel zu einer Drehachse (X-X) zu verschieben. ✓

10. Elektrodenführung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Ausrichtvorrichtung (14) in einem Drehkopf (15) angeordnet ist. ✓

11. Elektrodenführung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Andrückteil (3) in seinem mittleren Bereich zur Elektrode (4) hin mit einer weiteren Aussparung (25) gebildet ist. ✓

12. Elektrodenführung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrodenführung im Drehkopf (15) angeordnet ist, welcher in einer Brücke (17) gelagert ist. ✓

13. Elektrodenführung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Brücke (17) über spielfreie Kugelführungen (20) in einer Spindel (18) der Erodiermaschine in Achsrichtung (X-X) verschiebbar gelagert ist. ✓

14. Elektrodenführung nach einem der Ansprüche 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass ein Anschlag (21) zur Begrenzung des Vorschubs der Brücke (17) vorgesehen ist. ✓

15. Elektrodenführung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Anschlag (21) verstellbar angeordnet ist. ✓

333333 333333 333333 333333 333333 333333

A

16

16. Elektrodenführung nach einem der Ansprüche 10 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Drehkopf (15) über einen Mitnehmer (19) von der Spindel (18) angetrieben wird.

5

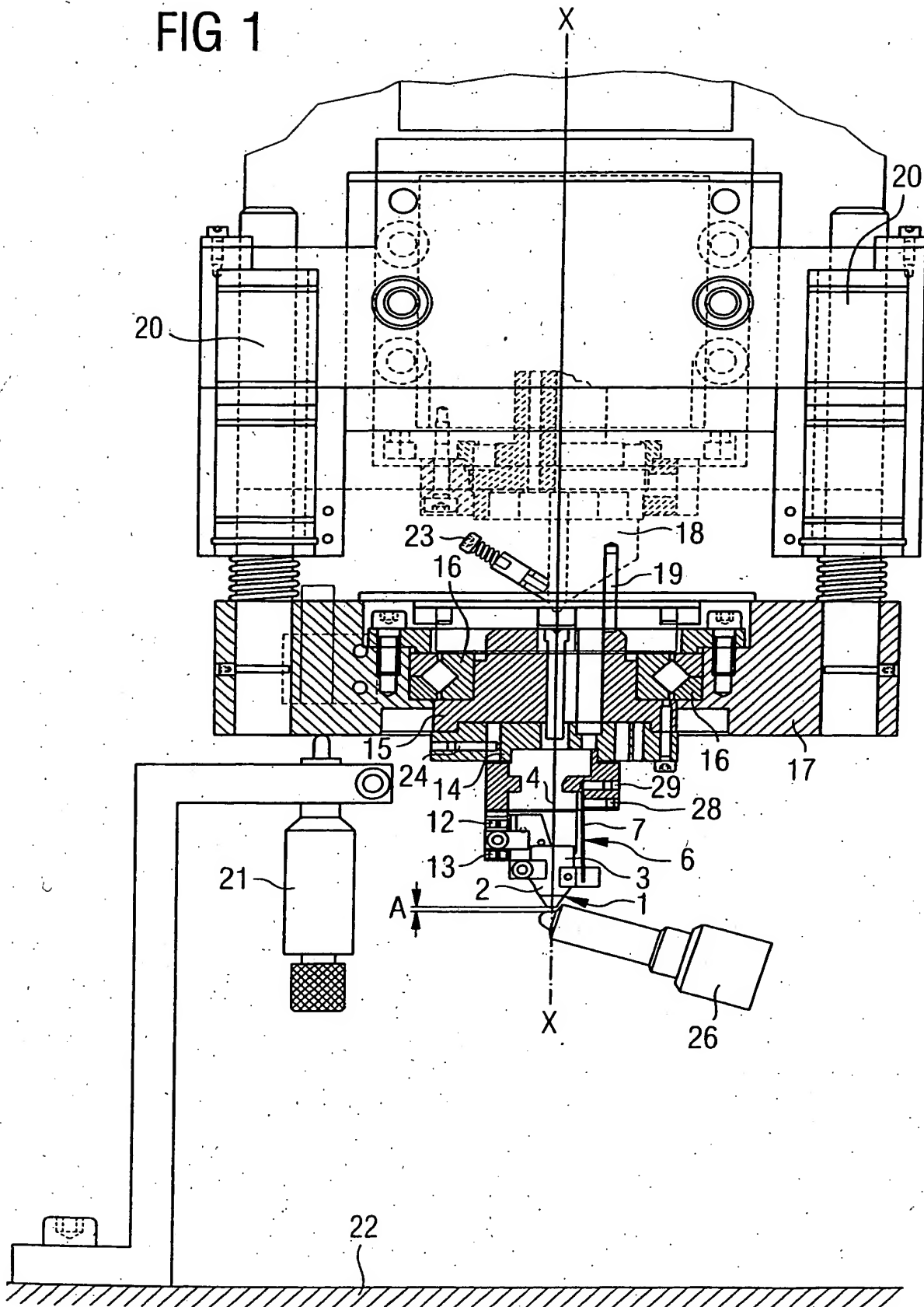
17. Elektrodenführung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrodenführung (1) aus einer  $\text{Al}_2\text{O}_3$ -Keramik oder aus Hartmetall oder aus Stahl hergestellt ist.

10



FIG 1

1/4



2/4

FIG 2

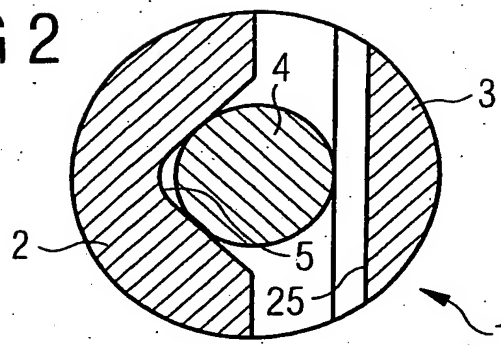


FIG 4

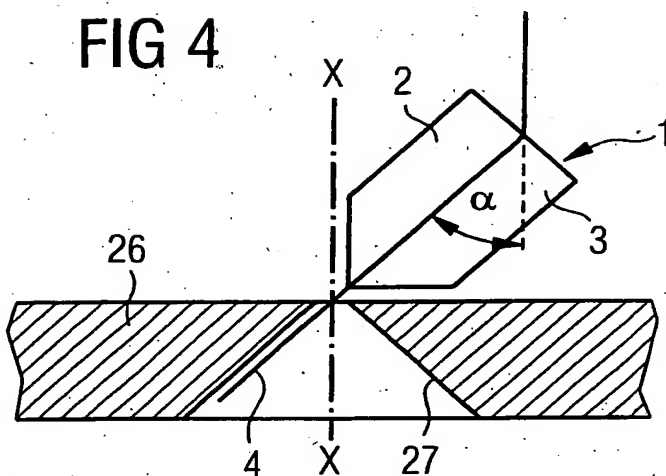
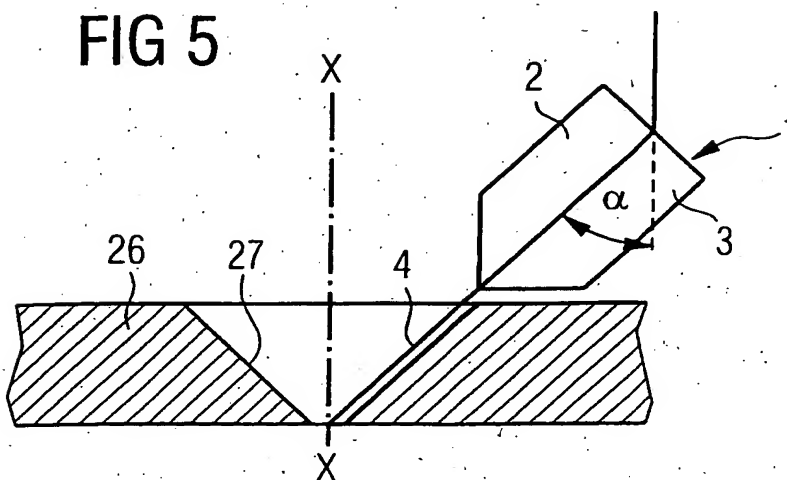
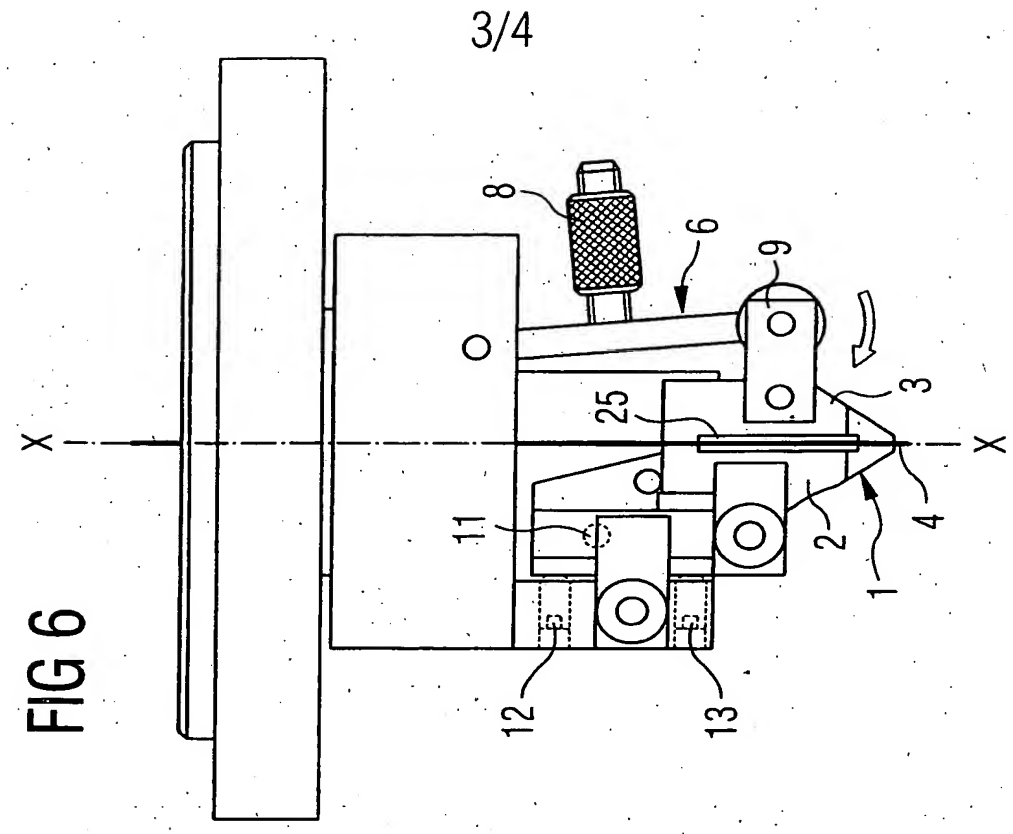
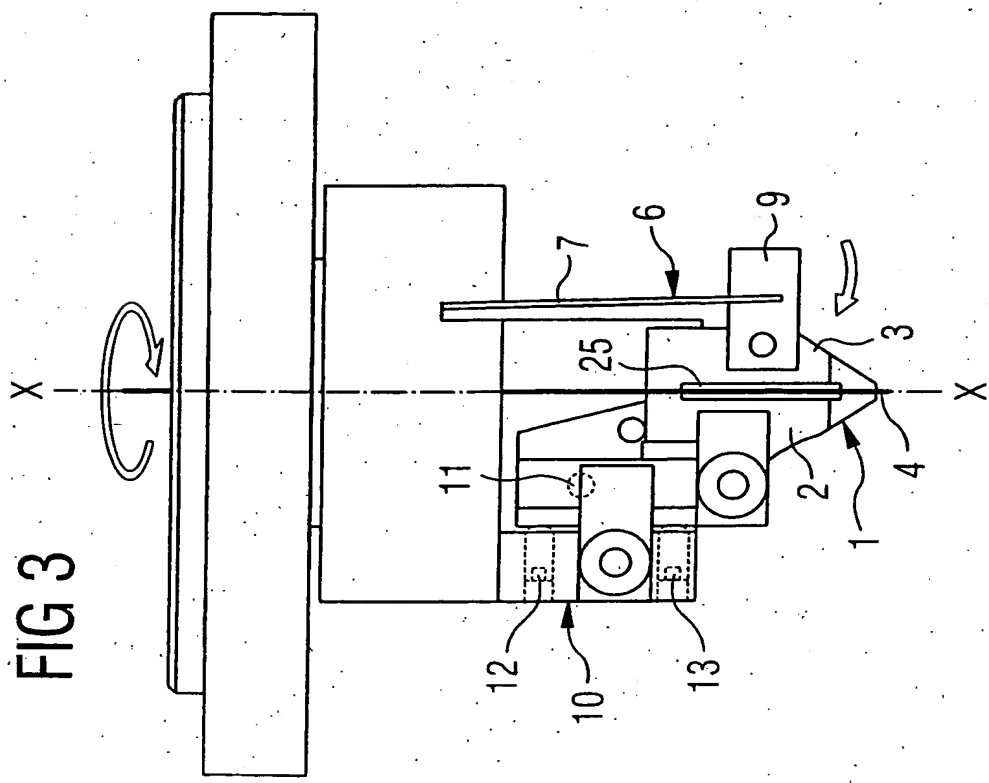


FIG 5





3/4

FIG 7

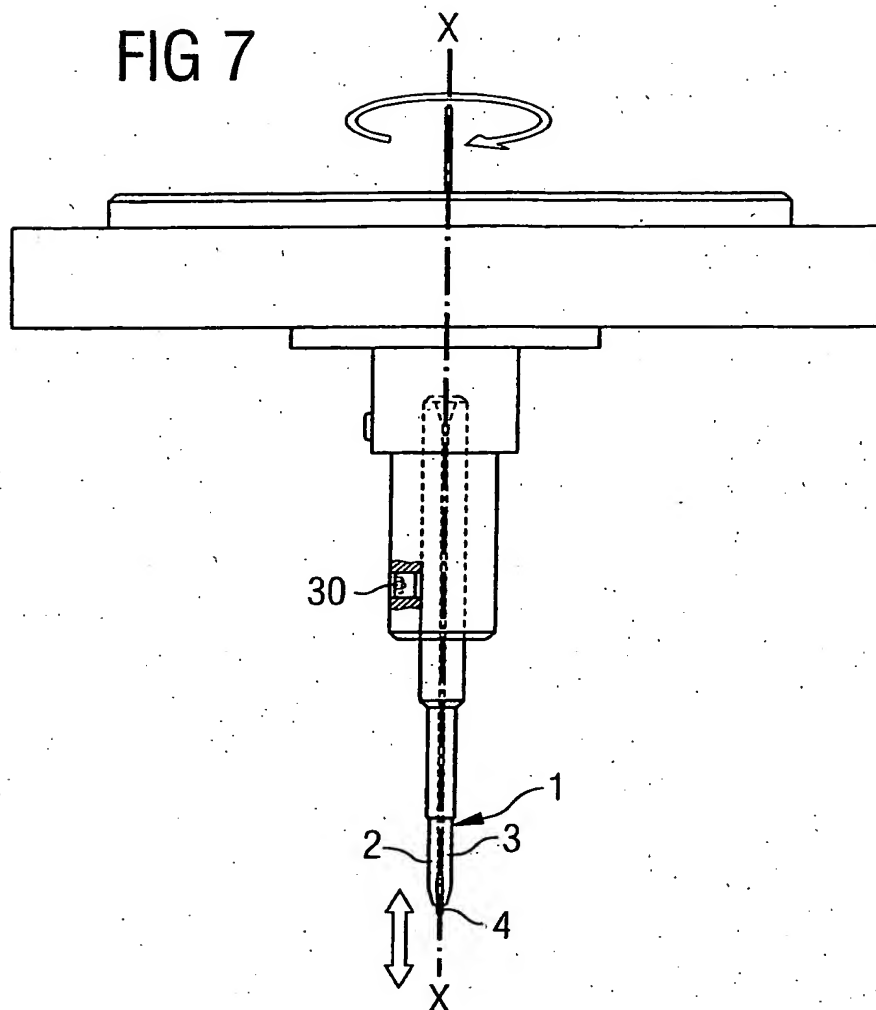


FIG 8

